

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH ION IMPLANTASI NITROGEN  
TERHADAP KEKERASAN, STRUKTUR MIKRO, DAN  
KOMPOSISI PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI  
KOMERSIAL**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Surakarta

Disusun Oleh :

**ADITIA HAFIDZ BURHANUDIN**

**NIM : D200130033**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2020**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“PENGARUH ION IMPLANTASI NITROGEN TERHADAP KEKERASAN, STRUKTUR MIKRO, DAN KOMPOSISI PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI KOMERSIAL”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai memperoleh gelas kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta,  
Yang menyatakan



Aditia Hafidz Burhanudin

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir yang berjudul "**Pengaruh Ion Implantasi Terhadap Terbentuknya Senyawa, Kekerasan dan Keausan pada Permukaan Titanium Murni Komersial**" telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : Aditia Hafidz Burhanudin

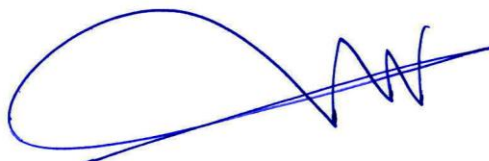
Nim : D200130033

Disetujui Pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 04 Februari 2020

Pembimbing Tugas Akhir



(Agung Setyo Darmawan, ST., MT)

HALAMAN PENGESAHAN

PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI AKSELERATOR

TUGAS AKHIR

**PENGARUH ION IMPLANTASI NITROGEN TERHADAP KEKERASAN,  
STRUKTUR MIKRO, DAN KOMPOSISI PADA PERMUKAAN TITANIUM  
MURNI KOMERSIAL**

Oleh :

Aditia Hafidz Burhanudin

NIM D200130033

Dinyatakan telah disetujui dan disahkan,

Yogyakarta,

Plh. Kepala Bidang Fisika Partikel

Pembimbing Tugas Akhir

Suyanti, SST  
NIP 19630615 198402 2 001

Wiwien Andriyanti, S.ST, M.T  
NIP 19831007 200801 2 010

Mengetahui,  
Plt. Kepala PSTA-BATAN

Edy Giri Rachman Putra, Ph.D

NIP 19700327 199403 1 003

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini yang berjudul **“PENGARUH ION IMPLANTASI TERHADAP KEKERASAN, STRUKTUR MIKRO, DAN KOMPOSISI PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI KOMERSIAL”** telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Aditia Hafidz Burhanudin**

NIM : **D200130033**

Disetujui pada :

Hari : **Selasa**

Tanggal : **04 februari 2020**

Tim penguji

Ketua : **Agung Setyo Darmawan, ST., MT**

Anggota 1 : **Ir. Agus Hariyanto, MT.**

Anggota 2 : **Patna Partono, ST., MT**

Dekan Fakultas Teknik



**(Ir. H. Sri Sunarjono, MT. Ph.D)**

Ketua Jurusan Teknik Mesin

**(Ir. H. Subroto .MT)**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
Jl. A.YaniPabelanKartasuraTromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

**LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR**

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :  
Nomor 023/II/2019 tanggal 13 Februari 2019 Pembimbing Tugas Akhir dengan  
ini :

Nama : Agung Setyo Darmawan. ST.,MT  
Pangkat/Jabatan : Lektor / IIC  
Kedudukan : Pembimbing Utama

Sebagai Pembimbing Tugas Akhir memberikan soal tugas akhir kepada  
mahasiswa :

Nama : Aditia Hafidz Burhanudin  
Nomor Induk : D200130033  
Jurusan/Semester : Teknik Mesin/Akhir  
Judul/Topik : PENGARUH ION IMPLANTASI NITROGEN  
TERHADAP KEKERASAN, STRUKTUR MIKRO DAN  
KOMPOSISI PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI  
KOMERSIAL

Rincian Soal/Tugas : Ion Implantasi, Uji Keras, Uji Keausan dan SEM EDS

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimestinya.

Surakarta, 10 Maret 2019

Pembimbing

Agung Setyo Darmawan.ST.,MT

Keterangan :

Dibuatrangkaptiga (3)

1.Untuk Kajur (Koordinator TA)

2.UntukPembimbingTugasAkhir

3.Untuk Mahasiswa.

## **HALAMAN MOTTO**

“Belajar tanpa berpikir itu tidaklah berguna, tapi berpikir tanpa belajar itu sangatlah berbahaya”

(Ir. Soekarno)

“Kurang cerdas dapat diperbaiki dengan belajar, kurang cakap dapat dihilangkan dengan pengalaman. Namun tidak jujur sulit diperbaiki”. (Drs.

Mohammad Hatta)

“Maka ketika engkau merasa dirimu tawadhu, maka sesungguhnya engkau betul-betul telah menjadi takabur”

(KH Ahmad Rifa'i)

# **PENGARUH ION IMPLANTASI TERHADAP KEKERASAN, STRUKTUR MIKRO, DAN KOMPOSISI PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI KOMERSIAL**

**Aditia Hafidz Burhanudin, Agung Setyo Darmawan, ST, MT.**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol POS 1 Pabelan, Kartosuro

Email : [hafidzaditia17@gmail.com](mailto:hafidzaditia17@gmail.com)

## **Abstrak**

*Perkembangan teknologi yang maju pada saat ini, membutuhkan material-material yang berkualitas baik, khususnya material yang berbahan dasar logam. Sifat-sifat mekanik material logam seperti : kekerasan, keausan, komposisi dan struktur mikro yang selalu berhubungan dengan senyawa yang terbentuk pada material tersebut. Hal ini mendorong perlunya penelitian serta pengembangan teknologi, akan perubahan senyawa yang terbentuk pada material yang berbahan dasar logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap senyawa yang terbentuk, kekerasan dan ketahanan aus pada permukaan titanium murni komersial.*

*Penelitian ini dilakukan dengan variasi waktu 60,75, 90, 105, 120 menit, dengan tegangan sebesar 60 keV dan arus sebesar 100 mA. Setelah proses ion implantasi kemudian dilakukan pengujian SEM, EDS, kekerasan dan keausan.*

*Dari hasil pengujian didapat nilai kekerasan awal (raw material) 102,1 VHN, dengan proses ion implantasi optimum selama 90 menit naik menjadi 170,6 VHN. Sedangkan pada uji kekerasan cross section titik yang paling mendekati permukaan memiliki kekerasan yang hampir sama dengan permukaannya dan mengalami penurunan kekerasan pada titik yang dibawahnya. Pada pengujian keausan yang awalnya sebesar  $4 \times 10^{-8}$  mm<sup>2</sup>/kg mengalami penurunan menjadi sebesar  $2 \times 10^{-8}$  mm<sup>2</sup>/kg. Perubahan tersebut terjadi karena terbentuknya senyawa TiN pada permukaan titanium murni komersial setelah diproses ion implantasi.*

**Kata Kunci :** Ion, Implantasi, Titanium, Senyawa



# EFFECT OF ION IMPLANTATION ON VIOLENCE, MICRO STRUCTURE, AND COMPOSITION OF COMMERCIAL PURE TITANIUM SURFACE

**Aditia Hafidz Burhanudin, Agung Setyo Darmawan, ST, MT.**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol POS 1 Pabelan, Kartosuro

Email : [hafidzaditia17@gmail.com](mailto:hafidzaditia17@gmail.com)

## **Abstract**

*The development of advanced technology at present, require the materials are of good quality, in particular metal-based material. Mechanical properties of metallic materials such as: hardness, wear and tear, the composition and microstructure which is always associated with the compounds formed in the material. This prompted the need for research and technological development, will be the conversion of a compound formed in the metal-based material. This study aims to determine the effect of time on the compounds formed, hardness and wear resistance to the surface of commercially pure titanium.*

*This study was done by varying the time 60.75, 90, 105, 120 minutes, with a voltage of 60 keV and a current of 100 mA. After the ion implantation process is then done testing SEM, EDS, hardness and wear.*

*From the test results obtained value of the initial hardness (raw material) 102.1 VHN, the ion implantation process optimum for 90 minutes increased to 170.6 VHN. While on the cross section hardness test point closest to the surface has a hardness which is almost equal to the surface and decreased hardness at the point underneath. In testing the wear initially at  $4 \times 10^{-8} \text{ mm}^2 / \text{kg}$  decreased to  $2 \times 10^{-8} \text{ mm}^2 / \text{kg}$ . The change occurred because of the formation of TiN compounds in commercially pure titanium surface after ion implantation process.*

**Keywords :** Ion Implantation, Titanium, Compound

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Segala puji syukur selalu saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas kehendak dan kuasaNya, pada akhirnya saya selaku penulis dapat mempersembahkan skripsi ini untuk :

### **“Bapak dan Ibu Tercinta”**

Kepada Bapak Adam Siri dan Ibu Wati tercinta, dengan bangga saya persembahkan karya sederhana ini sebagai tanda hormat, bakti dan terima kasih atas segala kasih sayang, nasihat, doa dan dukungannya yang tiada henti selama ini yang telah Bapak dan Ibu berikan kepada saya. Semoga dengan karya sederhana ini menjadi langkah awal untuk terus membuat Bapak dan Ibu bangga dan bahagia di dunia dan diakhirat, Amin

## KATA PENGANTAR

Assalamu"alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah Robbi „Alamin, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya, sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH ION IMPLANTASI TERHADAP KEKERASAN, STRUKTUR MIKRO, DAN KOMPOSISI PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI KOMERSIAL”** dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini saya selaku penulis dengan segala hormat dan ketulusan ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono, MT., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Agus Hariyanto, MT selaku Pembimbing Akademik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu dalam proses administrasi selama masa perkuliahan.
5. Bapak Agung Setyo Darmawan, ST., MT selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir.
6. Jajaran staf dan dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Kepada Plt Kepala PSTA-BATAN yang telah memberikan ijin penelitian

8. Kepada Kepala Bidang Fisika Partikel yang telah memberikan ijin penelitian.
9. Ibu Wiwien Andriyanti, S.ST, M.T, Bapak Ir. Suprpto, Bapak Drs. B.A. Tjipto Sutjipto, MT., APU, Bapak Sayono yang telah memberikan bimbingan selama melaksanakan penelitian di PSTA- BATAN demi kelancaran tugas akhir ini.
10. Bapak, Ibu, kakak dan adek tercinta yang telah memberikan doa, dukungan dan kasih sayang yang tiada henti dan sangat luar biasa.
11. Sari Utami yang selalu memberi dukungan selama proses penyusunan tugas akhir.
12. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta angkatan 2013 yang banyak memberikan semangat dan bantuan.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan, terima kasih atas dukungannya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati dan penulis ucapkan banyak terima kasih. Semoga semua amal baik yang diberikan semua pihak kepada penulis akan mendapat balasan yang lebih baik dan sempurna dari Allah SWT.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Surakarta,

Aditia Hafidz Burhanudin

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR .....	vi
MOTTO.....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT.....	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	x
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	3
1.3. Pembatasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Masalah.....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Tinjauan Pustaka.....	6
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1. Logam Titanium .....	7
2.2.2. Ion Implantasi.....	10
2.2.2.1 Parameter Proses Ion Implantasi.....	11
2.2.2.2 Dosis yang diimplementasikan.....	11
2.2.3. Uji Kekerasan Vickers.....	12
2.2.4 Uji Keausan.....	14
2.2.5. Uji SEM.....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1. Diagram Alir Penelitian .....	17
3.2. Tahap – Tahap Penelitian .....	17
3.2.1. Studi Pustaka dan Lapangan .....	18
3.2.2. Persiapan Alat dan Bahan .....	18
3.2.2.1 Alat.....	18
3.2.2.2 Bahan.....	21
3.2.3. Tata Cara Penelitian .....	22
3.2.4. Instalasi Pengujian.....	22
3.2.4.1. Alat Uji Kekerasan.....	22
3.2.4.2 Alat Uji Keausan.....	23
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1. Data Uji Kekerasan Vickers.....	25

4.1.1.	Nilai Kekerasan Titanium Murni Komersial Hasil Proses Ion Implantasi .....	26
4.1.2.	Perbandingan Kekerasan Sebelum dan Sesudah di-ion Implantasi .....	28
4.2.	Pengujian Keausan .....	28
4.3.	Analisa Komposisi dan Struktur Mikro .....	30
4.4.	Analisa Hasil Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) ..	31
BAB V PENUTUP .....		32
5.1.	Kesimpulan.....	32
5.2.	Saran.....	32
Daftar Pustaka		
Lampiran		

## Daftar Gambar

Gambar 2.1.	Susunan Berkala Unsur Mendeleeev .....	8
Gambar 2.2.	Foto Alat Implansi.....	10
Gambar 2.3.	Skematik Pengujian Kekerasan Mikro Vickers .....	13
Gambar 2.4.	Jenis Lekukan Piramid Intan: (a) Lekukan yang sempurna, (b) Lekukan bantal jarum, (c) Lekukan Berbentuk tong ..	14
Gambar 2.5.	Skema Pengujian Keausan .....	15
Gambar 2.6.	Alat Pengujian SEM ( <i>Scanning Electron Microscopy</i> ) ....	16
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	17
Gambar 3.2.	Foto Mesin CNC Milling .....	19
Gambar 3.3.	Foto Mesin Bubut .....	19
Gambar 3.4.	Foto Mesin Poles.....	20
Gambar 3.5.	Foto Amplas .....	20
Gambar 3.6.	Foto Autosol .....	20
Gambar 3.7.	Foto Mesin Pencuci Ultra Sonic.....	21
Gambar 3.8.	Gambar Spesimen Uji kekerasan, Struktur mikro, dan Komposisi .....	21
Gambar 3.9.	Gambar Spesimen Uji Aus .....	22
Gambar 3.10.	Universal Hardness Tester .....	23
Gambar 3.11.	Alat Uji Laju Keausan .....	23
Gambar 3.12.	Foto Alat SEM & EDS.....	24
Gambar 4.1.	Hubungan Waktu Dengsn Hasil Kekerasan.....	26
Gambar 4.2.	Foto SEM Cross Section Optimum Ion Implantasi.....	30
Gambar 4.3.	Foto Hasil EDS .....	31



## DAFTAR TABEL

Tabel	2.1.	Sifat Fisik Titanium .....	9
Tabel	2.2.	Sifat Mekanik Titanium .....	9
Tabel	4.1.	Nilai Kekerasan Raw Material Titanium Murni Komersial .	25
Tabel	4.2.	Pengaruh Variasi Waktu Pada Proses Ion Implantasi Terhadap Kekerasan .....	26
Tabel	4.3.	Hasil Kekerasan Sebelum diionimplantasi dan Sesudah diionimplantasi Optimum .....	28
Tabel	4.4.	Hasil Laju Keausan Sebelum diion implantasi dan Sesudah diion implantasi Optimum .....	29
Tabel	4.5.	Hasil Uji EDS .....	31